


Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
P01	24.1.2025	Návrh DUSP+PDPS k připomínkám	Martin Lipenský, DiS.

Stavebník/Investor:	Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7, Praha 1 - Nové Město, 110 00 IČO: 709 94 234	 SPRÁVA ŽELEZNIC
Zástupce investora:	OR Ostrava, Muglinovská 1038/5, 702 00 Ostrava	

Generální projektant:	PRODIN a.s. K Vápence 2745, 530 02 Pardubice T: +420 466 055 130 IČO: 252 92 161 E: info@prodin.cz	 PRODIN SKUPINA VENTIO
Zhotovitel profese:	Ing. Štěpán Plodek Na Vartě 1366, 503 46 Třebetice p. O. T: +420 602 316 536 IČO: 745 299 01 E: stepan.plodek@gmail.com	
Hlavní projektant (HIP):	Ing. Petr Burda	Souřadný systém: S-JTSK, B.p.v.

Název stavby/akce:	Odstranění havarijního stavu po povodních 2024 – komplexní oprava trati v úseku Vápenná – Javorník ve Slezsku – PD Olomoucký kraj TUDU 137106 - 137202 Vápenná (mimo) - Javorník (mimo)	Zakázka:	31/24/1041.208
Místo stavby:		Datum:	14.3.2025
Název části:		Stupeň dokumentace:	DUSP+PDPS
	Hydraulické posouzení kapacity objektů železniční tratě	Označení části:	B.10
Odpovědný projektant:	Ing. Štěpán Plodek		
Zpracovatel:	Ing. Štěpán Plodek		
Obsah desek:	Hydraulické posouzení kapacity objektů železniční tratě	Označení:	Č.paré:

Posudek - Bernartice

Hydraulické posouzení propustků u obce Bernartice evid. km 1,262,
a evid. km 1,166



Objednatel: Správa železnice, státní organizace

prosinec 2024

Obsah

1	Úvodní údaje	3
2	Předmět plnění	3
3	Podklady	3
3.1	Stávající stav terénní průzkum po povodňových událostech 09/2024.....	3
3.2	Hydrologické údaje ČHMÚ	5
4	Technický návrh	5
5	Požadavky na konstrukce propustků z hlediska hydraulického návrhu	5
6	Odtokové poměry v lokalitě	6
7	Hydraulické posouzení propustku SO 14-21-01 evid. km 1,166.....	8
7.1	Stanovení kapacity stávající vodoteče	8
7.1.1	Stanovení průtočné kapacity koryta nad propustkem SO 14-21-01 evid. km 1,166.....	8
7.1.2	Stanovení průtočné kapacity koryta pod propustkem SO 14-21-01 evid. km 1,166.....	9
7.2	Kapacita propustku	9
7.2.1	Stanovení kapacity propustku s volnou hladinou	9
7.2.2	Stanovení maximální kapacity propustku při tlakovém proudění	10
7.2.3	Rychlosti proudění v jednotlivých profilech.....	11
7.3	Technický návrh úpravy pro zvýšení kapacity v širším profilu	12
8	Hydraulické posouzení propustku SO 14-21-02, evid. km 1,262.....	13
8.1	Stanovení kapacity stávajících vodotečí	13
8.1.1	Stanovení průtočné kapacity koryta nad propustkem SO 14-21-02, evid. km 1,262.....	13
8.1.2	Stanovení průtočné kapacity koryta pod propustkem SO 14-21-02, evid. km 1,262.....	14
8.2	Kapacita propustku	15
8.2.1	Stanovení kapacity propustku s volnou hladinou	15
8.2.2	Stanovení maximální kapacity propustku při tlakovém proudění	15
8.2.3	Rychlosti proudění v jednotlivých profilech.....	17
9	Použité normy a podklady	18
10	Závěr	18

1 Úvodní údaje

Zhotovitel	Prodin a.s	Adresa	K Vápence 2745, 530 02 Pardubice
Spoluřešitel	Ing. Štěpán Plodek	Adresa	Na Vartě 1366, 503 46 Třebechovice p.O
Objednatel	Správa železnic	Adresa	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
Datum (měsíc)	12/2024		

2 Předmět plnění

Na základě **SoD ze dne XX.YY.2024** předkládáme hydraulické posouzení kapacity dvou kusů obnovovaných propustků pod tělesem dráhy (trať Bernartice u Javorníka – Javorník) v evid. km 1,166 a 1,262, v katastru obce Bernartice u Javorníka. Cílem posouzení je bezpečný převod povodňových průtoků nově navržených konstrukcí.

V rámci povodňové události, která nastala v září 20024, došlo k poškození drážního tělesa vlivem nedostatečné kapacity stávajících propustků. Uvedené konstrukce je nutné obnovit s odpovídající kapacitou, tedy minimálně Q_{20} , nejlépe však Q_{100} .

3 Podklady

Pro provedení prací byly použity tyto podklady:

- Podklady objednatele – projektová dokumentace železničního koridoru- definice problematiky
- Stávající stav- terénní průzkum po povodňových událostech 09/2024
- Hydrologické údaje ČHMÚ
- Geodetické zaměření lokality
- Povodí Odry (správce toku Vidnávká) - lokální znalosti hydrologické situace

3.1 Stávající stav terénní průzkum po povodňových událostech 09/2024

Lokalita se nachází na v blízkosti obce Bernartice u Javorníka, v severovýchodní části extravilánu. Konkrétně se jedná o pozemek p.č. 3248 v majetku České republiky – Správy železnic. Oba stávající propustky se nachází cca 90m od sebe na bezejmenných vodotečích, které se cca 100m pod propustky stékají dohromady a následně jsou vody odváděny společným korytem, které je pravostranným přítokem Lánského potoka.

Oba stávající propustky jsou konstrukčně identické. Jedná se o historické stavby z kamenného zdiva na maltu cementovou s vyspárováním o světlostech průtočných otvorů 1,40 x 1,00 m (evid. km 1,262) a 1,30 x 0,80 m (evid. km 1,166). Propustky slouží k převodu povrchového odtoku a drenážních vod z výše položeného, převážně zemědělsky využívaného území. K tomuto účelu jsou obě konstrukce přímo navázány na vodoteče, které do nich vodu přivádějí formou přímých, uměle vytvořených lichoběžníkových koryt, pravděpodobně bez opevnění.



Obrázek 1 - propustek Bernartice evid. km 1,262



Obrázek 2 - propustek Bernartice evid km 1,166

3.2 Hydrologické údaje ČHMÚ

Hydrologické údaje byly

SO 14-21-02 Obnova propustku, evid. km 1,262

N let	1	2	5	10	20	50	100
Qn [m3/s]	1.24	2.06	3.52	4.93	6.6	9.24	11.6

SO 14-21-01 Obnova propustku, evid. km 1,166

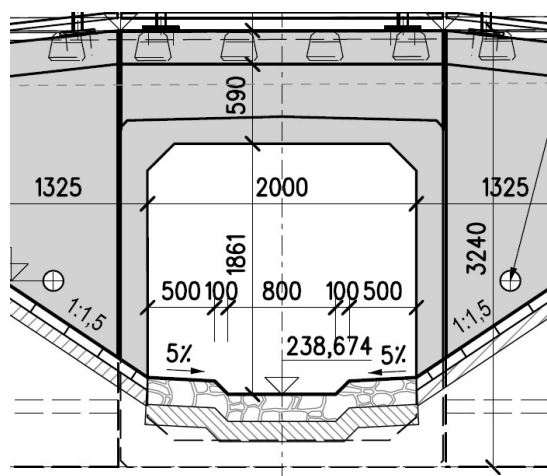
N let	1	2	5	10	20	50	100
Qn [m3/s]	0.603	1.01	1.73	2.41	3.23	4.5	5.64

4 Technický návrh

Technický návrh předpokládá obecně navýšení nivelety drážního tělesa o 0,7 m, které umožní v místě stávajících propustků o rozměrech 1,40 x 1,00 m (evid. km 1,262) a 1,30 x 0,80 m (evid. km 1,166), umístění nových rámových konstrukcí tvořených betonovými rámovými prefabrikáty vnitřními rozměry 2,0 x 2,0 m. V propustku je vytvořena kyneta šířky 0,8 m a hloubky 0,1 m s bermami v příčném sklonu 5%. Kyneta s bermami je vytvořena dlažbou z lomového kamene tl. 0,2 m na podkladním betonu tl. min. 0,15 mm.

5 Požadavky na konstrukce propustků z hlediska hydraulického návrhu

Základní funkcí propustků je bezpečné převedení návrhového průtoku skrz těleso náspu železnice tak, aby nedošlo k ohrožení jeho stability. Na rozdíl od mostních objektů se dle platných předpisů připouští tlakové proudění v propustku a zatopení jeho horního čela.



Obrázek 3 - navržený průtočný profil nového propustku

Převádění vodního toku propustkem, u kterého se počítá se zahlcením vtoku a které se děje obvykle za jiných podmínek než nad objektem (změna průtočného profilu, změna podélného sklonu dna i hladiny, změny charakteru proudění, průtok pod tlakem apod.), je dovoleno **pouze u malých vodních toků, u nichž je 100-letá povodeň $Q_{100} < 50 \text{ m}^3/\text{s}$** resp. je-li povodí v daném místě menší než 100 km², nebo při použití krátkodobého zatímního objektu. Přitom je nutno posoudit, zda objekt nezpůsobuje vzdutí vody, ohrožující stabilitu tělesa převáděné komunikace, a zda nedosahuje úroveň

hladiny vzduté vody výše, než dovolují normy pro příslušné komunikace. Dále je nutno posoudit, zda rychlost proudění vody při zvýšených průtocích, která ani při průtoku pod tlakem nesmí překročit hodnotu 5 m/s, neohrožuje konstrukci objektu a koryto pod ním.

Je zřejmé, že z hlediska kapacity propustků je nutné stanovit úroveň vzduté hladiny před vtokem do propustku, která má na stabilitu propustku a sním tedy i drážního tělesa zcela zásadní vliv.

Režim a průběh hladin v propustku není předmětem posouzení. Generelně dochází při proudění s volnou hladinou k říčnímu proudění.

6 Odtokové poměry v lokalitě

Jedná se o svážité území v jiho-severním směru, které je systematicky odvodněno formou uměle zřízených vodotečí lichoběžníkového tvaru. Tato koryta odvádí jednak vody povrchové, které jsou do nich sváděny z přilehlých polností, a dále vody infiltrované, svedené do koryt vodotečí formou melioračních systémů. Vzhledem k přímému trasování obou vodotečí a výraznému spádu v lokalitě (cca 2%) je povrchový odtok poměrně rychlý a transformace prakticky nulová. Za normálních okolností odtékají vody ze sledované lokality otevřenými koryty, následně pomocí uvedených propustků překonají drážní těleso, a dále odtékají do Lánského potoka, který následně cca po 0,6 km překračuje státní hranice a teče dál po polské straně do obce Dzievietlice.

Problém nastává při zvýšených srážkových úhrnech, případně při výrazném tání sněhové pokrývky, kdy se projeví nedostatečná kapacita stávajících propustků, navíc umocněná nevhodně umístěnými a kapacitně chybně provedenými hospodářskými přejezdy.

Tato situace nastala právě v září tohoto roku, kdy došlo k tak zásadní hydrologické situaci, že množství přitékající vody nebyly propustky schopné převést. Prostor proti proudu nad propustky byl dle informací od zadavatele postupně zcela zaplaven a těleso dráhy zde vytvářelo hráz zadržující značný objem vody. Voda pokrývala polnosti přiléhající k vodotečím. Objem přitékající vody byl natolik velký, že výsledná výše přepadového paprsku přes drážní těleso způsobila značné škody v poměrně velké rozsahu drážního tělesa, neboť toto zde vytváří prakticky ideální přelivné podmínky.



Obrázek 4 – poškozený násep, Bernartice



Obrázek 5 - poškozený násep, Bernartice

7 Hydraulické posouzení propustku SO 14-21-01 evid. km 1,166

Pro posouzení kapacity propustku je nejprve nutné stanovit kapacitu vodotečí nad a pod profilem propustku a následně hydraulicky posoudit samotný propustek.

7.1 Stanovení kapacity stávající vodoteče

7.1.1 Stanovení průtočné kapacity koryta nad propustkem SO 14-21-01 evid. km 1,166

Proudění nad propustkem prochází v přímé trase podél tělesa železničního náspu a do propustku ústí v pravém úhlu, což není z hydraulického hlediska vhodné. Zároveň z druhého směru podél trati je propojen příkopem podél paty svahu drážního tělesa, kdy lze předpokládat částečné odlehčení od propustku SO 14-21-02 Obnova propustku, evid. km 1,262, který je ve vzdálenosti cca 260 m.

Parametry hydraulického profilu na vtoku byly převzaty z dokumentace zaměření profilů v terénu.

Koryto je navrženo jako lichoběžník s kynetkou pro nízké průtoky.

Šířka koryta ve dně	2,0 m
Šířka vložené kynetky ve dně	0,8 m
Hloubka kynetky	0,1 m
Sklony svahů koryta	1:1,5
Hloubka lichoběžníkového průřezu	0,87m
Šířka účinné šířky berem	2,0 / 0 m (je pouze levá berma)

Koryto nad propustkem má v jeho blízkosti (cca 15 m) téměř nulový podélný sklon, výše podélný sklon roste.

Doporučení: Upravit podélný sklon koryta na návodní straně pro zajištění jeho dostatečné kapacity. Odstranit nevyužívané hospodářské přejezdy, které tvoří překážku v toku a zcela zásadně snižují kapacitu koryta.

Pro výpočet byla použita návrhová hodnota podélného sklonu 0,5 %.

Napojení na vodoteč je jistým zkapacitněním v bezprostřední blízkosti propustku.

Parametry propustku:

Rámový propustek	2,0 x 2,0 m
Šířka vložené kynetky ve dně	0,8 m
Hloubka kynetky	0,1 m
Šířka berem	0,5 m
Podélný sklon	1,0 %
Výška volného prostoru propustku	1,86 m (vtok od dna po strop)
Převýšení konstrukce nad stropem	0,74 m

Pro výpočet byla použita Chezyho rovnice s modifikací pro složený lichoběžníkový profil.

Kapacita koryta nad propustkem v přímé trase je pro Q₁₀₀ dostatečná.

N	Qn	h	h abs
[roky]	[m³/s]	[m]	[m n.m.]
1	0.603	0.33	238.11
2	1.01	0.45	238.23
5	1.73	0.73	238.51
10	2.41	0.73	238.51
20	3.23	0.80	238.58
50	4.5	0.93	238.71
100	5.64	1.03	238.81

Z uvedeného je zřejmé, že vliv horní vody i při Q₁₀₀ není významný.

7.1.2 Stanovení průtočné kapacity koryta pod propustkem SO 14-21-01 evid. km 1,166

Proudění pod propustkem je v přímé trase po spádnicí kolmo na těleso náspu. Stejný směr proudění má i průtok, který vybřeží do okolí koryta při překonání jeho kapacity. Parametry hydraulického profilu na vtoku byly převzaty z dokumentace zaměření profilů v terénu.

Parametry hydraulického profilu na vtoku byly převzaty z dokumentace zaměření profilů v terénu.

Koryto je navrženo jako lichoběžník s kynetkou pro nízké průtoky.

Šířka koryta ve dně	0,7 m
Sklony svahů koryta	1:1,5 / 2,0
Hloubka lichoběžníkového průřezu	0,7 / 0,9 m
Šířka účinné šířky berem	2,0 m

N	Qn	h	h abs
[roky]	[m³/s]	[m]	[m n.m.]
1	0.603	0.38	239.08
2	1.01	0.50	239.20
5	1.73	0.65	239.35
10	2.41	0.75	239.45
20	3.23	0.85	239.55
50	4.5	0.98	239.68
100	5.64	1.08	239.78

I v případě kapacity pod propustkem je tato pro návrhové parametry dostatečná, navíc zde koryto pokračuje přímo po spádnicí bez významných půdorysných zakřivení a při zvýšení hloubky dochází k plynulému rozlítí do inundace.

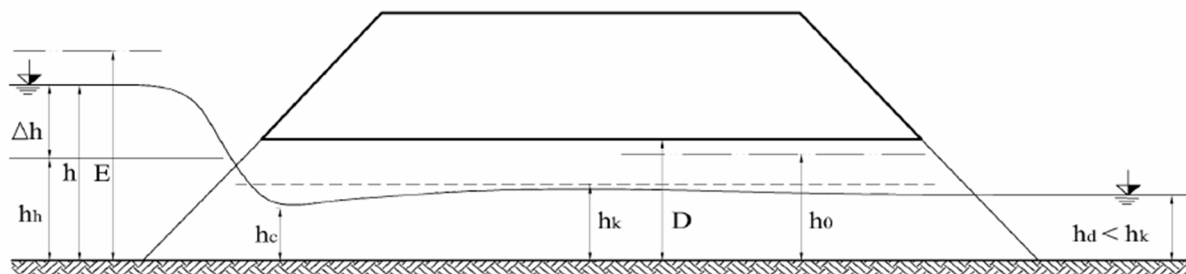
7.2 Kapacita propustku

7.2.1 Stanovení kapacity propustku s volnou hladinou

Kapacita propustku je řešena jako stanovení kapacitního proudění, tedy posouzení kapacity při proudění propustkem s volnou hladinou a nezatopeným vtokem.

Pro stanovení kapacity propustku bylo použito Chezyho rovnice s modifikací pro složený lichoběžníkový profil.

Zároveň byla posouzena kapacita pro maximální hladinu při nezatopeném vtoku 1,2xH



Obrázek 6 Propustek s volným vtokem neovlivněným dolní vodou

Proudění v propustku je s volnou hladinou dochází z počátku k mírnému ovlivnění dolní vodou, což je dáno relativně menším průtočným profilem kynety koryta pod propustkem. Při překonání úrovně kapacity koryta dochází k částečnému rozlivu a kritická hloubka v profilu za vtokem do propustku již přesahuje úroveň dolní vody. Tento režim trvá po celou dobu režimu s nezahlceným vtokem.

Kapacita propustku při nezahlceném vtoku je 6,49 m³/s a k ovlivnění dolní vodou nedochází.

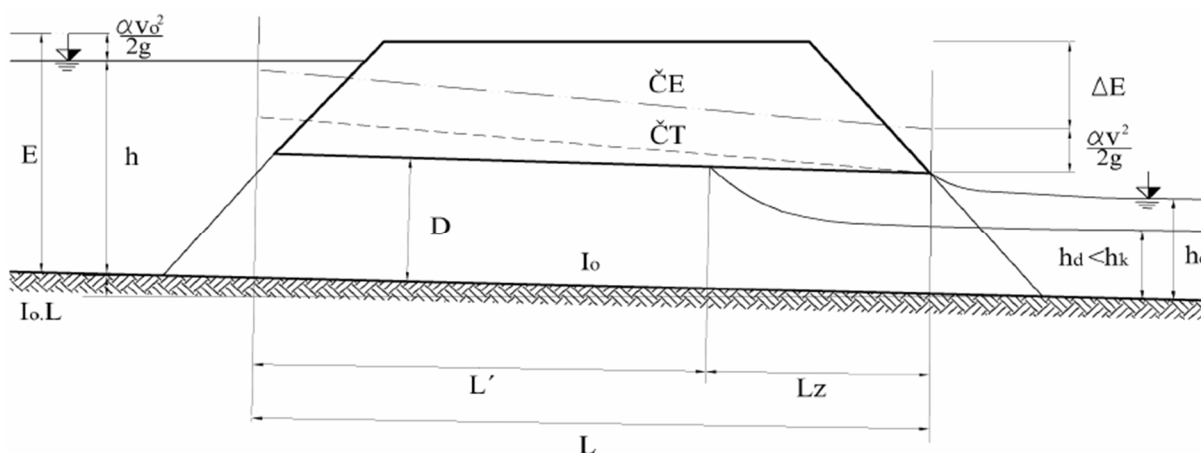
Z hlediska kapacity pro návrhový průtok lze konstatovat, že propustek sám převede návrhový průtok Q_{100} bez zahlcení vtoku.

7.2.2 Stanovení maximální kapacity propustku při tlakovém proudění

Toto posouzení je provedeno z toho důvodu, že tento propustek, sám dostatečně kapacitní může v kombinaci s propustkem SO 14-21-02 Obnova propustku, evid. km 1,262 převést část návrhového průtoky tohoto sousedního propustku, který má výrazně vyšší návrhové průtoky.

Z tohoto důvodu byla stanovena hladina nad propustkem pro tlakové proudění s ovlivněním a bez ovlivnění dolní vody, tedy stanovení energetické výšky E nad propustkem Bernoulliho rovnicí pro profily „Nad vtokem“ a „ústí propustku“ dle vztahu:

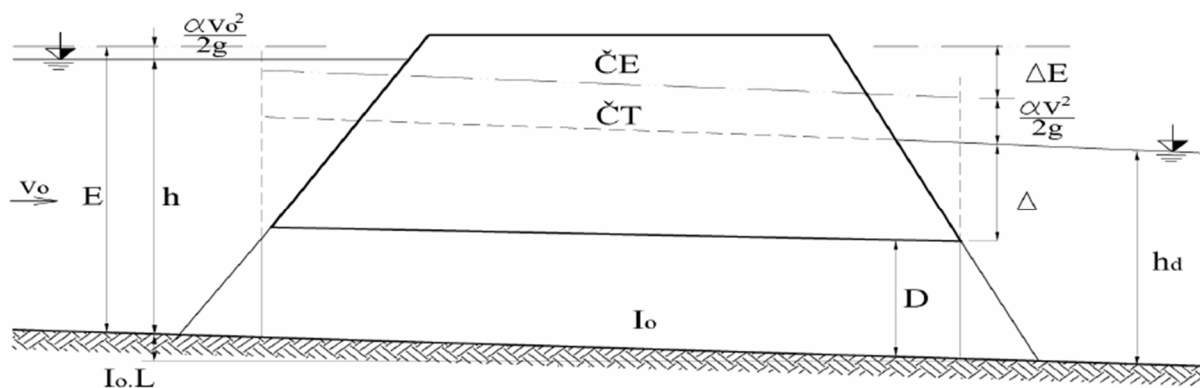
$$E = (I_e - I_o) \cdot L + (1 + \xi) \cdot \frac{v^2}{2g} + D$$



Obrázek 7 Propustek s tlakovým prouděním a výtokem nezatopeným dolní vodou

A dále „Nad vtokem“ a „odpadní koryto pod propustkem“ dle vztahu:

$$E = \left(1 + \xi + \lambda \cdot \frac{L}{D} \right) \cdot \frac{v^2}{2g} - I_o \cdot L + h_d - \Delta_{\min}$$



Obrázek 8 Propustek s tlakovým prouděním a výtokem zatopeným dolní vodou

V obou případech byla zanedbána rychlostní výška v profilu nad propustkem, což vnáší do stanovení vnitřní míry bezpečnosti, jelikož rychlostní výška tvoří jakousi „bezpečnostní marži“ výpočtu, o hodnotě cca 0,3 m.

N	Qn	Režim proudění v propustku	h vtok	h vtok
[roky]	[m3/s]		[m]	[m n.m.]
1	0.603	Volná hladina	0.35	239.08
2	1.01	Volná hladina	0.45	239.18
5	1.73	Volná hladina	0.65	239.38
10	2.41	Volná hladina	0.85	239.58
20	3.23	Volná hladina	1.05	239.78
50	4.5	Volná hladina	1.35	240.08
100	5.64	Volná hladina	1.6	240.33

Na základě stanovení energetické výšky pak byla tato porovnána s výškovou úrovní kolejového lože a pro průtok při kterém je tato hladina dosažena je prohlášen jako kapacita propustku.

Kapacita propustku v tomto případě odpovídá průtoku **12,0 m³/s**

7.2.3 Rychlosti proudění v jednotlivých profilech

Z hlediska rychlostí je třeba posoudit, zda rychlosti v propustku a pod propustkem nedosahují hodnot vymílacích rychlostí pro navržené opevnění koryta.

V případě propustku SO 14-21-01 evid. km 1,166 je opevnění provedeno kamenou dlažbou do betonu s hodnotou odolnosti nevymílací rychlosti 4,5-5,5m/s při hloubce vody 1,0 m pak 5,5 až 6,5 m/s.

Dle projektu pak navazuje opevnění štěrkovým pohozem frakce 63/125 mm který má odolnost proti vymílání výrazně nižší 1,8 až 2,4 m/s.

Jelikož návrhové rychlosti v profilu pod propustkem jsou v případě Q_{100} téměř 2,0 m/s, v případě kapacitního proudění pak 2,5 m/s **doporučujeme zahloubit stabilizační práh z 0,8 m na 1,2 m a rozšířit z 3,9 m na 5,9 m (o 1,0 m na každou stranu) a zároveň provést výměnu kameniva za závěrným prahem náhradou šterku frakce 63/125 mm kamenným záhozem do 200 kg s vyklínováním a urovnáním líce.**

7.3 Technický návrh úpravy pro zvýšení kapacity v širším profilu

V rámci technického návrhu doporučujeme upravit odvodnění podél tělesa železničního svršku tak, aby byla voda z tohoto prostoru odváděna směrem k propustku.

8 Hydraulické posouzení propustku SO 14-21-02, evid. km 1,262

8.1 Stanovení kapacity stávajících vodotečí

8.1.1 Stanovení průtočné kapacity koryta nad propustkem SO 14-21-02, evid. km 1,262

Proudění nad propustkem prochází v přímé trase po spádnici, nicméně před zaústěním se nalézá těleso hospodářského přejezdu opatřeného propustkem DN 800. Tento propustek v souběhu se relativně hustým vzrostlým porostem má zásadní význam pro kapacitu koryta nad vtokem.



Obrázek 9 - pohled na nevyužívaný zatrubněný hospodářský přejezd

Kapacitní průtok tímto propustkem je pouze cca $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$, což je pouze o trochu větší průtok než Q_1 .

Odstranění tohoto již nepoužívaného hospodářského přejezdu je naprosto zásadní pro zajištění dostatečného přítoku do prostoru propustku. Pokud je to nutné, doporučujeme tento propustek nahradit brodem.

Následné vyhodnocení kapacity koryta předpokládá odstranění propustku a proudění ve volném korytě.

Parametry hydraulického profilu na vtoku byly ze zaměření profilů v terénu.

Koryto je jednoduchý lichoběžník:

Šířka koryta ve dně	0,7 m
Sklony svahů koryta	1:1,5
Hloubka lichoběžníkového průřezu	0,80m
Šířka účinné šířky berem	2,0 / 2,0 m (je pouze levá berma)

Koryto v úseku nad propustkem má sklon cca 1%

Napojení na vodoteč je jistým zkapacitněním v bezprostřední blízkosti propustku.

Parametry propustku:

Rámový propustek	2,0x2,0m
Šířka vložené kynetky ve dně	0,8 m
Hloubka kynetky	0,1 m
Šířka berem	0,5 m
Podélný sklon	1,0 %
Výška volného prostoru propustku	1,86 m (vtok od dna po strop)
Převýšení konstrukce nad stropem	0,74 m

Pro výpočet byla použita Chezyho rovnice s modifikací pro složený lichoběžníkový profil.

Kapacita koryta nad propustkem v přímé trase je pro Q100 dostatečná.

N	Qn	h	h abs
[roky]	[m³/s]	[m]	[m n.m.]
1	1.24	0.48	239.40
2	2.06	0.73	239.65
5	3.52	0.80	239.72
10	4.93	0.90	239.82
20	6.6	0.98	239.90
50	9.24	1.10	240.02
100	11.6	1.20	240.12

Z uvedeného je zřejmé, že vliv horní vody i při Q₁₀₀ není významný, kdy nedochází k zahlcení vtoku propustku z důvodu kapacity koryta. Koryto je navíc zkapacitněno kynetkou šířky 0,8 m a hloubky 0,1 m a celkovým rozšířením ve dně na 2,0 m, tedy shodných parametrů jako propustek.

8.1.2 Stanovení průtočné kapacity koryta pod propustkem SO 14-21-02, evid. km 1,262

Proudění pod propustkem je v přímé trase po spádnicí kolmo na těleso náspu. Stejný směr proudění má i průtok, který vybřeží do okolí koryta při překonání jeho kapacity.

Parametry hydraulického profilu na vtoku byly převzaty z dokumentace zaměření profilů v terénu.

Koryto je navrženo jako lichoběžník s kynetkou pro nízké průtoky.

Šířka koryta ve dně	0,9 m
Sklony svahů koryta	1:1,5 / 1,5
Hloubka lichoběžníkového průřezu	0,84 m
Šířka účinné šířky berem	2,0 m

Podélný sklon v delším úseku je téměř 2,0%, pro bezpečný návrh je pro výpočet uvažován 1,5%.

N	Qn	h	h abs
[roky]	[m ³ /s]	[m]	[m n.m.]
1	1.24	0.45	239.30
2	2.06	0.60	239.45
5	3.52	0.78	239.63
10	4.93	0.90	239.75
20	6.6	1.03	239.88
50	9.24	1.23	240.08
100	11.6	1.38	240.23

I v případě kapacity pod propustkem je tato pro návrhové parametry dostatečná, navíc zde koryto pokračuje přímo po spádnicí bez významných půdorysných zakřivení a při zvýšení hloubky dochází k plynulému rozliti do inundace.

V případě vyšších průtoků nedosahuje hladina rovnoměrného proudění až po strop propustku, nicméně ovlivnění dolní vodou nelze vyloučit.

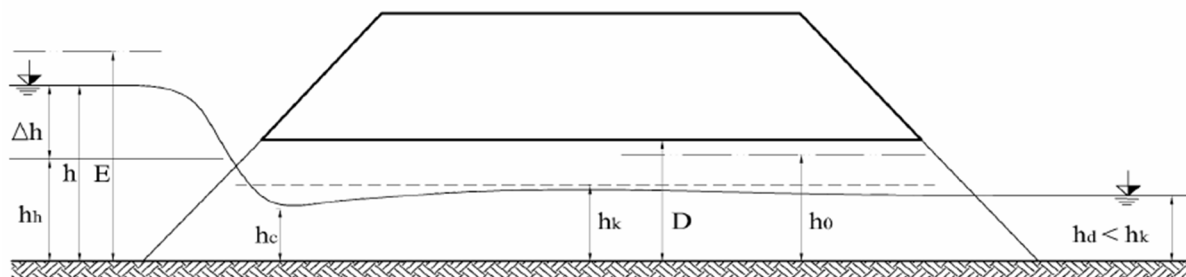
8.2 Kapacita propustku

8.2.1 Stanovení kapacity propustku s volnou hladinou

Kapacita propustku je řešena jako stanovení kapacitního proudění, tedy posouzení kapacity při proudění propustkem s volnou hladinou a nezatopeným vtokem.

Pro stanovení kapacity propustku bylo použito Chezyho rovnice s modifikací pro složený lichoběžníkový profil.

Zároveň byla posouzena kapacita pro maximální hladinu při nezatopeném vtoku $1,2xH$



Obrázek 10 Propustek s volným vtokem neovlivněným dolní vodou

Proudění v propustku je s volnou hladinou, kdy z počátku dochází k mírnému ovlivnění dolní vodou, což je dáno relativně menším průtočným profilem kynety koryta pod propustkem. Při překonání úrovně kapacity koryta dochází k částečnému rozlivu a kritická hloubka v profilu za vtokem do propustku již přesahuje úroveň dolní vody. Tento režim trvá po celou dobu režimu s nezahlceným vtokem.

Kapacita propustku při nezahlceném vtoku je $6,49 \text{ m}^3/\text{s}$ a k ovlivnění dolní vodou nedochází.

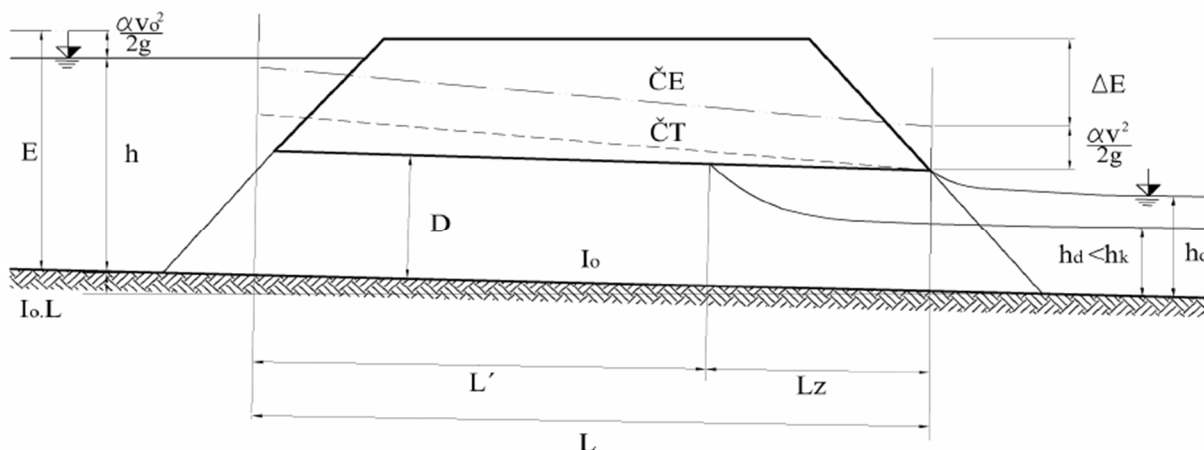
Z hlediska kapacity pro návrhový průtok lze konstatovat, že propustek sám nemá dostatečnou kapacity pro návrhový průtok Q_{100} bez zahlcení vtoku.

8.2.2 Stanovení maximální kapacity propustku při tlakovém proudění

Je zřejmé, že kapacita propustku bez zahlcení vtoku je zhruba poloviční než návrhový průtok Q_{100} .

Z tohoto důvodu byla stanovena hladina nad propustkem pro tlakové proudění s ovlivněním a bez ovlivnění dolní vody, tedy stanovení energetické výšky E nad propustkem Bernoulliho rovnici pro profily „Nad vtokem“ a „ústí propustku“ dle vztahu:

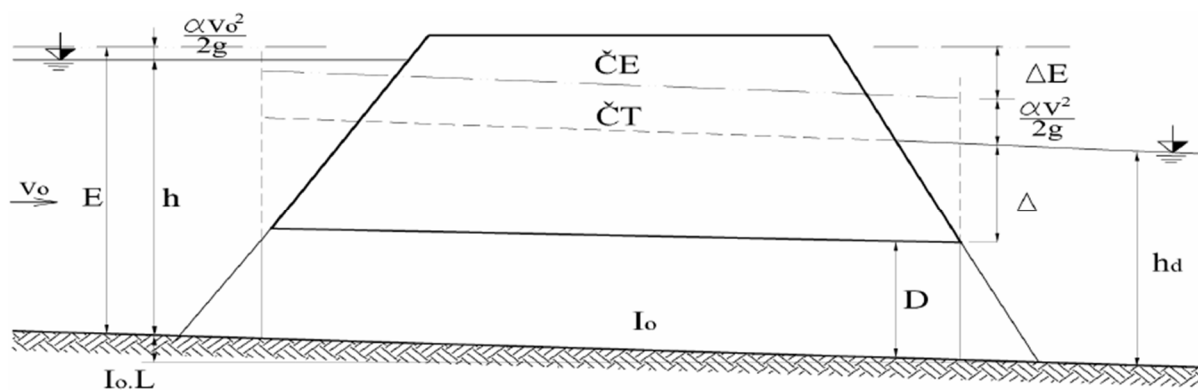
$$E = (I_e - I_o) \cdot L + (1 + \xi) \cdot \frac{v^2}{2g} + D$$



Obrázek 11 Propustek s tlakovým prouděním a výtokem nezatopeným dolní vodou

A dále „Nad vtokem“ a „odpadní koryto pod propustkem“ dle vztahu:

$$E = \left(1 + \xi + \lambda \cdot \frac{L}{D} \right) \cdot \frac{v^2}{2g} - I_o \cdot L + h_d - \Delta_{\min}$$



Obrázek 12 Propustek s tlakovým prouděním a výtokem zatopeným dolní vodou

V obou případech byla zanedbána rychlostní výška v profilu nad propustkem, což vnáší do stanovení vnitřní míru bezpečnosti, jelikož rychlostní výška tvoří jakousi „bezpečnostní marži“ výpočtu, o hodnotě cca 0,3 m.

N	Qn	Režim proudění v propustku	h vtok	h vtok
[roky]	[m ³ /s]		[m]	[m n.m.]
1	1.24	Volná hladina	0.50	239.46
2	2.06	Volná hladina	0.75	239.71
5	3.52	Volná hladina	1.10	240.06
10	4.93	Volná hladina	1.45	240.41
20	6.6	Tlakové proudění	1.73	240.69
50	9.24	Tlakové proudění	1.90	240.86
100	11.6	Tlakové proudění	2.22	241.18

Na základě stanovení energetické výšky pak byla tato porovnána s výškovou úrovní kolejového lože a pro průtok při kterém je tato hladina dosažena je prohlášen jako kapacita propustku.

Kapacita propustku v tomto případě odpovídá průtoku cca **10,5 m³/s** a **NENÍ** tedy dostatečně kapacitní, kdy při návrhovém průtoku Q_{100} Může dojít k dosažení tělesa dráhy nicméně nedojde k dosažení stávající nivelety koleje.

S ohledem na niveletu paty náspu na návodní straně se lze domnívat, že v případě povodňových průtoků dojde k propojení hladin před oběma posuzovanými propustky a dílčímu odlehčení do propustku SO 14-21-01 evid. km 1,166, který je, jak bylo prokázáno výpočtem, dostatečně kapacitní.

Tento předpoklad je nutné zpracovat do projektového řešení rekonstrukce trati, kdy odvodnění návodní (jižní) paty svahu železničního svršku musí umožnit spojení hladin v niveletě max. 240,00 m n.m.

8.2.3 Rychlosti proudění v jednotlivých profilech

Z hlediska rychlostí je třeba posoudit, zda rychlosti v propustku a pod propustkem nedosahují hodnot vymílacích rychlostí pro navržené opevnění koryta.

V případě propustku SO 14-21-02, evid. km 1,262 je opevnění provedeno kamennou dlažbou do betonu s hodnotou odolnosti nevymílací rychlosti 4,5-5,5 m/s při hloubce vody 1,0 m pak 5,5 až 6,5 m/s.

Dle projektu pak navazuje opevnění štěrkovým pohozením frakce 63/125 mm který má odolnost proti vymílání výrazně nižší 1,8 až 2,4 m/s.

Jelikož návrhové rychlosti v profilu propustku v případě Q_{100} 3,5 m/s a v v otevřeném korytě pod propustkem pak 2,0 m/s **doporučujeme zhloubit stabilizační práh z 0,8 m na 1,2 m a rozšířit z 3,9 m na 5,9 m (o 1,0 m na každou stranu) a zároveň provést výměnu kameniva za závěrným prahem náhradou štěrku frakce 63/125 mm kamenným záhozem do 200 kg s vyklínováním a urovnáním líce.**

V tomto prostoru bude docházet ke křivce vzduť vedoucí k vyrovnání hladin, a tedy prostorovému turbulentnímu proudění, kdy opevnění dna i svahů koryta bude významně namáháno.

9 Použité normy a podklady

Pro zpracování bylo kromě výše zmíněných podkladů použito výpočtů a metodických postupů za použití těchto předpisů:

TP 204 – Hydrotechnické posouzení mostních objektů na vodních tocích, VÚV, 01/2009

ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů

ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod

TNV 75 2103 Úpravy řek

10 Závěr

Na základě hydraulického výpočtu bylo prokázáno, že oba propustky jsou dostatečně kapacitní pro převedení návrhových průtoků s dobou opakování 100 let. Značná nejistota ve výpočtu je pak v případě hydraulických podmínek na vtocích do propustků, kdy u propustku SO 14-21-01 (evid. km 1,166) je zaústění vtoku provedeno v pravém úhlu a je zřejmé, že vnější strana oblouku bude významně namáhána a při výpočtových rychlostech 2,5 m/s bude docházet k nerovnoměrnému nátoku do propustku a prostorovému proudění v samotném propustku. S ohledem na dostatečnou kapacitu pro návrhový průtok však lze předpokládat, že při zahlcení vtoku dojde ke snížení tohoto namáhání a provedení průtoku při vyšší, ale stále bezpečné úrovni hladiny.

V případě propustku SO 14-21-02 (evid. km 1,262) je návrhový průtok prováděn tlakovým režimem, kdy vzdutí způsobené propustkem již ohrožuje drážní těleso. Bezpečná kapacita propustku je tak nižší než Q_{100} . Tento problém lze řešit zajištěním propojení obou vodotečí podél návodní (jižní) strany železničního náspu a převést cca 1 m³/s k dostatečně kapacitnímu propustku SO 14-21-01 (evid. km 1,166).

V případě propustku SO 14-21-02 (evid. km 1,262) je dále naprosto nezbytné odstranit stávající nepoužívaný hospodářský přejezd s propustkem DN 800, který je těsně nad drážním tělesem a zásadně ovlivňuje hydraulické podmínky nátoku na rekonstruovaný propustek. Tento přejezd se doporučuje zrušit, případně nahradit konstrukcí brodu.